This Page Is Inserted by IFW Operations and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning documents will not correct images, please do not report the images to the Image Problems Mailbox.

® BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND

[®] Offenlegungsschrift[®] DE 3437999 A1

(5) Int. Cl. 4: F 16 J. 10/04 F 02 F 1/00



DEUTSCHES PATENTAMT

(2) Aktenzeichen: P 34 37 999.1 (2) Anmeldetag: 17. 10. 84

(43) Offenlegungstag: 17. 4.86



71) Anmelder:

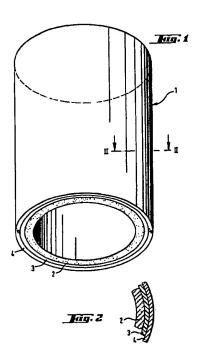
Sigri GmbH, 8901 Meitingen, DE

(72) Erfinder:

Heider, Wolfgang, Dipl.-Ing., 8900 Augsburg, DE

(54) Zylinder für Arbeitsmaschine

Zylinder für Arbeitsmaschinen mit einer aus einem keramischen Werkstoff, wie Siliciumcarbid, bestehenden Laufbuchse, einem Zylindermantel aus Metall und einer zwischen Laufbuchse und Mantel angeordneten Büchse aus einem nachgiebigen Werkstoff, besonders aus Siliconkautschuk. Die Büchse ermöglicht die Versetzung der Laufbuchse in redialer Richtung und begrenzt die Spannungsbeaufschlagung der Büchse.



Patentansprüche:

1. Zylinder für Arbeitsmaschinen mit einer aus einem keramischen Werkstoff bestehenden Laufbuchse, dadurch gekennzeich net, daß zwischen der Laufbuchse und dem aus Metall bestehenden Zylindermantel eine Büchse aus einem verformbaren Werkstoff angeordnet ist.

10

- 2. Zylinder nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Büchse aus einem porösen Werkstoff besteht.
- 3. Zylinder nach Anspruch 1, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß die Büchse aus einem gummielastischen Werkstoff besteht.
- 4. Zylinder nach Anspruch 1 und 3, dadurch ge20 kennzeichnet, daß die Büchse aus
 Siliconkautschuk besteht.
- 5. Zylinder nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Laufbuchse aus Siliciumcarbid besteht.
- 6. Zylinder nach Anspruch 1 bis 5, dadurch ge-kennzeich net, daß sich die Dicke der Laufbuchse zur Dicke der Büchse wie 0.8 bis
 1.2 zu 1.0 verhält.

SIGRI ELEKTROGRAPHIT GMBH

5

Meitingen, den 16. OKT. 1984

Zylinder für Arbeitsmaschine

Die Erfindung betrifft einen Zylinder für Arbeitsmaschinen mit einer aus einem keramischen Werkstoff bestehenden Laufbuchse, besonders für Maschinen, die mit keramischen Kolben oder Stößeln betrieben werden.

Es ist bekannt, Kolben und Zylinder von Verbrennungsmotoren und Verdichtern ganz oder teilweise aus kera-10 mischen Werkstoffen auszubilden, die in der Regel temperaturbeständiger als Metalle sind und z.T. auch im Trockenlauf arbeiten. Eine besondere Schmierung der Gleitpartner kann unter diesen. Bedingungen entfallen oder man kann Schmierstoffe verwenden, die die Umwelt 15 nicht oder nur geringfügig belasten (DE-OS 31 18 967). Beispiele keramischer Stoffe die für diesen Zweck verwendet werden sind Aluminiumoxid, Zirkoniumoxid, Siliciumnitrid und vor allem Siliciumcarbid, dessen Reibungskoeffizienten man durch Zusätze fester Schmierstoffe, 20 wie Graphit oder Boride, in weiten Grenzen den jeweiligen Arbeitsbedingungen anpaßt. Gewichtige Nachteile keramischer Werkstoffe sind die vergleichsweise hohe Sprödigkeit und die niedrige Schlagfestigkeit. Lokale Spannungsspitzen werden nicht wie bei duktilen Werkstoffen durch plasti-25 sches Fließen abgebaut, sondern ausschließlich durch die Bildung von Rissen, die gegebenenfalls den Bruch des Bauteils auslösen können.

In den Arbeitszylindern von Verbrennungsmotoren und Verdichtern führen Kolben bzw. Stößel hin- und hergehende Bewegungen aus und es ist bekannt, die Wärmeausdehnung von Zylinder und Kolben aneinander anzupassen, da nur dann über den gesamten Betriebsbereich 5 ein kleines Laufspiel und damit ein hoher Wirkungsgrad und ein geräuscharmer Lauf erzielt werden kann. Für keramische Werkstoffe gilt diese Bedingung wegen der vergleichsweise niedrigen Wärmeleitfähigkeit im beson-10 deren Maß, zumal für Systeme, die keine Kolbenringe verwenden. Bei keramischen Teilen ist es auch nicht möglich kleinere maßliche Abweichungen, etwa die Unrundheit einer Zylinderbuchse, in einer Einlaufperiode auszugleichen. Die unterschiedliche Dehnung von Zylinder 15 und Kolben als Folge verschiedener thermischer Ausdehnungskoeffizienten oder unterschiedlicher Erwärmung und Bearbeitungsungenauigkeiten bewirken vielmehr nach den heutigen Kenntnissen zwangsläufig nach kürzerer oder längerer Betriebszeit die Zerstörung des Keramikteils 20 und entsprechend den Ausfall der Arbeitsmaschine. Besonders Zylinder und Zylinderbuchsen, die zusätzlich den Seitendruck des Kolbens aufnehmen müssen, weisen erfahrungsgemäß eine hohe Bruchrate auf.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Zylinder der eingangs genannten Art zu schaffen, der die beschriebenen Mängel nicht aufweist und dessen aus einem keramischen Werkstoff bestehende Laufbuchse eine lange Standzeit hat.

30

Die Aufgabe wird mit einem Zylinder gelöst, zwischen dessen Laufbuchse aus keramischem Material und dem Zylindermantel aus Metall eine Büchse aus einem verformbaren Werkstoff angeordnet ist.

Unter dem Begriff "verformbarer Werkstoff" werden kompressible Stoffe verstanden, die sich unter Wirkung der an der Laufbuchse anliegenden Seitenkräfte verformen und ein seitliches Ausweichen der Buchse ermöglichen. Ein Kennzeichen des verformbaren Werkstoffs ist der Elastizitätsmodul, der unter Betriebsbedingungen kleiner ist als der Modul der Laufbuchse. Beispiele sind "weiche" Metalle wie Blei, Bleilegierungen und Kupfer, Kunststoffe, wie Polyvinylchlorid oder Polyvinylidenfluorid und besonders gummielastische Stoffe, vorzugsweise Siliconkautschuk. Der Verformungswiderstand kann dabei in an sich bekannter Weise durch Änderung der Porosität den auf die Laufbuchse wirkenden Kräften angepaßt werden. Besonders geeignet sind entsprechend poröse Werkstoffe, wie Sintermetalle, geschäumtes Polyurethan u. dgl.

Die Laufbuchse besteht zweckmäßig aus einer der für Ingenieurzwecke verwendeten Keramikarten, wie Aluminiumoxid, Zirkoniumoxid, Siliciumnitrid und vor allem Siliciumcarbid. Laufbuchsen aus Siliciumcarbid verhalten sich in Verbindung mit der die Buchse umschließenden verformbaren Büchse besonders günstig und haben eine kleine Bruchrate. Nach außen ist der Zylinder in an sich bekannter Weise durch einen metallischen Zylindermantel begrenzt, z.B. aus einer Aluminiumlegierung oder Grauguß, der gegebenenfalls mit Kühlrippen oder einer Wasserkühlung versehen ist. Die Dicken von keramischer Laufbuchse und verformbarer Büchse sollten etwa gleich sein, bevorzugt beträgt das Dickenverhältnis O.8 bis 1.2 zu 1.0.

30

35

5

10

15

20

25

Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, daß durch zeitlich sich ändernde und zeitlich konstante Maßab-weichungen im System Zylinder-Kolben bzw. Stößel bedingte auf den Zylinder wirkende und die vergleichsweise spröde keramische Zylinderbuchse gegebenenfalls zerstörende Seitenspannungen zum überwiegenden Teil durch

Versetzen der Buchse in Kraftrichtung und Verformung der anliegenden Büchse aus einem verformbaren duktilen Material aufgefangen werden können. Zum Effekt trägt auch bei - besonders bei Verwendung von Büchsen aus Kunststoffen - daß der eigentliche Arbeitsraum durch die Büchse besser thermisch isoliert ist und die Dehnung von Kolben und Laufbuchse weniger voneinander abweichen.

Die Erfindung wird im folgenden anhand von Zeichnungen
und von Beispielen beschrieben.
In Fig. 1 und 2 ist ein Zylinder 1 dargestellt mit der Laufbuchse 2,der nachgiebigen Büchse 3 und dem Mantel 4.
In Beispiel 1 wurde ein Zylinder gemäß Fig. 1 in der ölfreien Stufe eine Hochdruckverdichters verwendet.

Laufbuchse und Stößel bestanden aus mit Silicium imprägniertem Siliciumcarbid mit folgenden Eigenschaften -

Rohdichte 3,07 g/cm³
Biegefestigkeit 310 MPa
Druckfestigkeit 1250 MPa

Die Maße der Buchse waren 25/12 x 90 mm. Die Buchse war umschlossen von einer Büchse - 35/25 x 85 mm - aus Siliconkautschuk mit einer Shore(A)-Härte von 25 und einer Bruchdehnung von etwa 340 %. Der Zylindermantel bestand aus Aluminium. Bei einem maximalen Verdichterdruck von 300 bar stieg die Temperatur im Stößel auf maximal etwa 85° C. Bei Zylindern ohne die anmeldungsgemäße nachgiebige Büchse stieg die Temperatur bei gleichem Spiel schnell auf 100° C und mehr und in zahlreichen Versuchen brach nach kurzer Betriebszeit die Laufbuchse.

In einem zweiten Beispiel wurde ein anmeldungsgemäßer Zylinder mit der in Beispiel 1 beschriebenen Laufbuchse aus siliciumimprägniertem Siliciumcarbid - 40/30 x 100 mm -

5

20

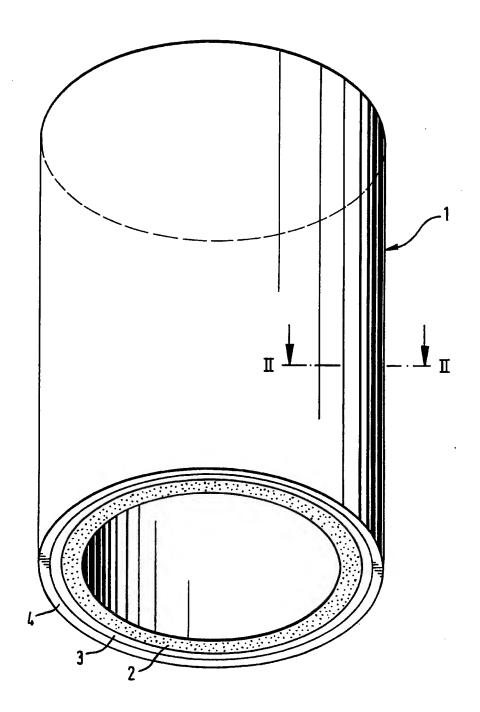
25

30

35

einer Büchse aus Siliconkautschuk - 52/40 x 95 mm; Shore(A)-Härte 60, Bruchdehnung 120 % - und einem wassergekühlten Aluminiummantel in einem Zweitaktmotor eingesetzt. Die Temperatur des Kolbens und die Bruchhäufigkeit waren unter diesen Bedingungen ebenfalls niedriger als bei entsprechenden Motoren, die mit Zylindern ohne nachgiebige Büchsen betrieben wurden. -7-

Nummer: Int. Cl.⁴: Anmeldetag: Offenlegungstag: 34 37 999 F 16 J 10/04 17. Oktober 1984 17. April 1986



TITLE-TERMS: CYLINDER LINING PISTON MACHINE MADE CERAMIC

MATERIAL ELASTOMER

SLEEVE RADIAL COMPLIANT

DERWENT-CLASS: A88 L02 Q52 Q65

CPI-CODES: A06-A00E2; A12-H; L02-H02A;

POLYMER-MULTIPUNCH-CODES-AND-KEY-SERIALS:

Key Serials: 0009 0231 1306 2622 2623 3258 2728 3267 2751

2833

Multipunch Codes: 014 032 04- 05- 229 38- 47& 477 489 50&

551 560 561 562 57& 623 629 651 675 723

SECONDARY-ACC-NO:

CPI Secondary Accession Numbers: C1986-045914 Non-CPI Secondary Accession Numbers: N1986-079182 DERWENT-ACC-NO:

1986-107545

DERWENT-WEEK:

198617

COPYRIGHT 1999 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE:

Cylinder liner for piston machines -

made of ceramic

material in an elastomer sleeve for

radial compliance

INVENTOR: HEIDER, W

PATENT-ASSIGNEE: SIGRI GMBH[SIGE]

PRIORITY-DATA: 1984DE-3437999 (October 17, 1984)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO

PUB-DATE

LANGUAGE PAGES

MAIN-IPC

DE 3437999 A

April 17, 1986

N/A

800

N/A

INT-CL (IPC): F02F001/00, F16J010/04

ABSTRACTED-PUB-NO: DE 3437999A

BASIC-ABSTRACT:

A liner of ceramic material can be applied to the cylinder of a machine which

uses ceramic pistons or rams, e.g. i.c. engines or compressors running without

a lubricant. The pref. material for the liner is silicon carbide. A sleeve of

a deformable material separates it from the metallic cylinder block. The pref.

material for the sleeve is an elastomer such as silicone rubber.

ADVANTAGE - This introduces a radial compliance in the system and ensures that a ceramic liner has a long service life.

CHOSEN-DRAWING: Dwg.0/1